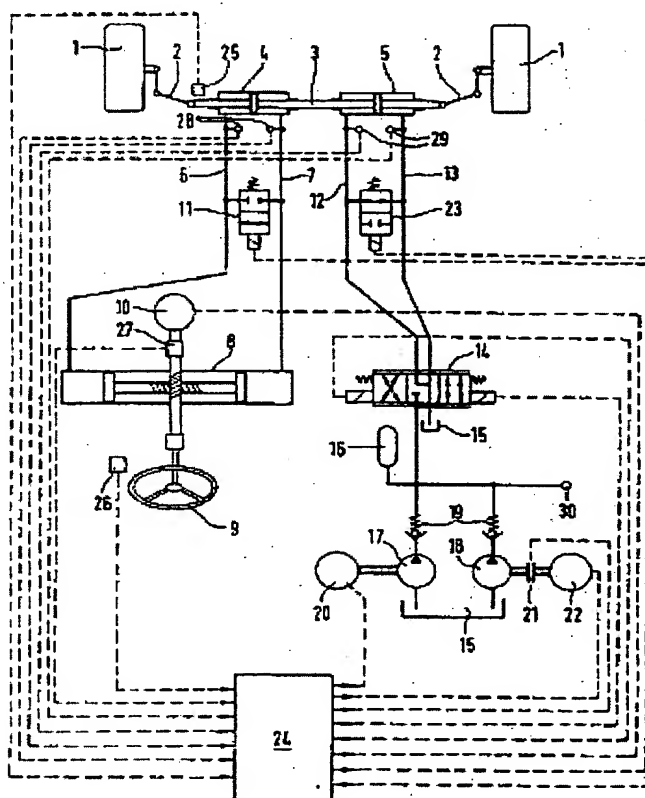


**Patent number:** DE19841101  
**Publication date:** 2000-03-23  
**Inventor:** BOHNER HUBERT (DE); MOSER MARTIN (DE); SCHNECKENBURGER REINHOLD (DE)  
**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
**Classification:**  
**- international:** B62D5/30; B62D5/32; B62D5/093; B62D5/04; B62D6/00; B62D6/08; B62D113/00; B62D119/00  
**- european:** B62D5/06; B62D5/30  
**Application number:** DE19981041101 19980909  
**Priority number(s):** DE19981041101 19980909

EP0985591 (A2)  
US6209677 (B1)  
JP2000085607 (A)  
EP0985591 (A3)  
EP0985591 (B1)

A steering system of a non-tracked motor vehicle whose steered vehicle wheels are connected in the normal operation with respect to the effect with a steering handle only by way of an electronic automatic control unit which continuously monitors itself with respect to a correct operation. As a function of a desired-value generator, which is operated by the steering handle, and an actual-value generator operated by the vehicle wheels, this automatic control system operates an adjusting drive for the steering adjustment of the steered vehicle wheels. In the event of a malfunctioning of the automatic control system, a forced coupling is automatically switched effective between the steering handle and the steered vehicle wheels. When the forced coupling is switched on, the steering system operates as much as possible in the manner of a conventional power steering system. In that event, the forces and torques transmitted between the steering handle and the steered vehicle wheels by way of the forced coupling are determined while utilizing the occurring elastic distortion of the forced coupling.



8/5/2005



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Patentschrift DE 198 41 101 C 2

P03NM-079DE

②1 Aktenzeichen: 198 41 101.4-21  
②2 Anmeldetag: 9. 9. 1998  
④3 Offenlegungstag: 23. 3. 2000  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 6. 2000

⑤1 Int. Cl.7:  
**B 62 D 5/30**

B 62 D 5/32  
B 62 D 5/093  
B 62 D 5/04  
B 62 D 6/00  
B 62 D 6/08

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Bohner, Hubert, Dipl.-Ing., 71032 Böblingen, DE;  
Moser, Martin, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE;  
Schneckenburger, Reinhold, Dipl.-Ing., 71277  
Rutesheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

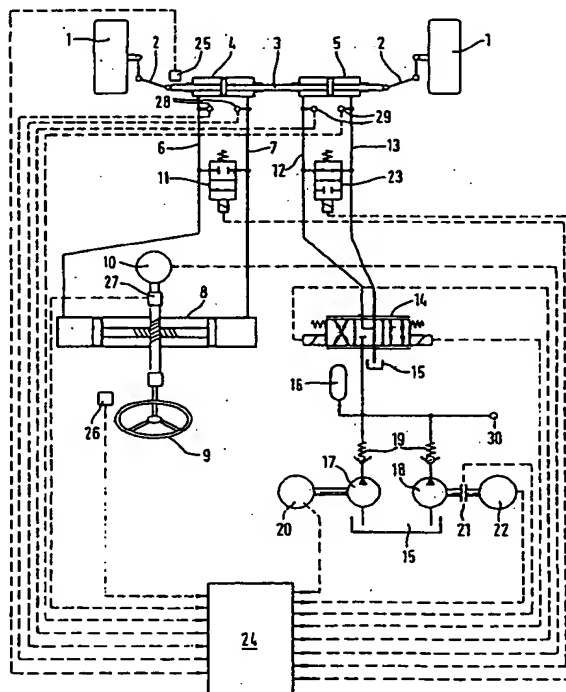
DE 195 46 942 C1  
DE 195 40 956 C1

⑤4 Lenksystem für nicht spurgebundene Kraftfahrzeuge

⑤7 Lenksystem für nicht spurgebundene Kraftfahrzeuge,  
mit

- einer vom Fahrer betätigten Lenkhandhabe, z. B. Lenkhandrad,
- einem Lenkstellantrieb zur Lenkverstellung lenkbarer Fahrzeugräder,
- einem mit der Lenkhandhabe betätigbaren Lenkwinkel-Sollwertgeber,
- einem mit den lenkbaren Fahrzeugrädern betätigbaren Lenkwinkel-Istwertgeber,
- einer den Lenkstellantrieb in Abhängigkeit von einem Vergleich der Soll- und Istwerte des Lenkwinkels steuernden und sich sowie mit ihr zusammenwirkende Sensorik ständig auf Fehlfunktion überprüfenden Regelanordnung und
- einer zwischen der Lenkhandhabe und den lenkbaren Fahrzeugrädern angeordneten mechanischen oder hydraulischen Zwangskopplung, welche bei korrekt arbeitender Regelanordnung geöffnet wird bzw. offen bleibt (unwirksamer Normalzustand) und bei fehlerhafter Regelanordnung automatisch geschlossen wird (wirksamer Sonderzustand),

dadurch gekennzeichnet, daß die (wirksam geschaltete) Zwangskopplung eine vorgegebene Elastizität aufweist und bei wirksamer Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe (9) und gelenkten Fahrzeugrädern (1) übertragbare Kräfte und Momente eine Relativverstellung zwischen Soll- und Istwertgeber (25, 26) verursachen, und daß das Lenksystem im Sonderzustand bei hinreichender Restfunktion von Regelanordnung (24) und Sensorik (25, 26) als Servolenkung arbeitet, indem die Regelanordnung (24) den Lenkstellantrieb (5, 33) analog zu Betrag und Richtung der aus den Signalen von Soll- und Istwertgeber (25, 26) erfaßbaren Relativverstellung zur Erzeugung einer Servokraft mit einer die übertragenen Kräfte bzw. Momente vermindernden Richtung steuert.



DE 198 41 101 C 2

Die Erfindung betrifft ein Lenksystem für nicht spurgebundene Kraftfahrzeuge, mit einer vom Fahrer betätigten Lenkhandhabe, z. B. Lenkhandrad, einem Lenkstellantrieb zur Lenkverstellung lenkbarer Fahrzeugräder, einem mit der Lenkhandhabe betätigbaren Lenkwinkel-Sollwertgeber, einem mit den lenkbaren Fahrzeugrädern betätigbaren Lenkwinkel-Istwertgeber, einer den Lenkstellantrieb in Abhängigkeit von einem Vergleich der Soll- und Istwerte des Lenkwinkels steuernden und sich sowie mit ihr zusammenwirkende Sensorik ständig auf Fehlfunktion überprüfenden Regelanordnung und einer zwischen der Lenkhandhabe und den lenkbaren Fahrzeugrädern angeordneten mechanischen oder hydraulischen Zwangskopplung, welche bei korrekt arbeitender Regelanordnung geöffnet wird bzw. offen bleibt (unwirksamer Normalzustand) und bei fehlerhafter Regelanordnung automatisch geschlossen wird (wirksamer Sonderzustand).

Derartige Lenksysteme, die nach dem Konzept "Steer by wire" arbeiten, sind grundsätzlich bekannt und werden für zukünftige Kraftfahrzeuge entwickelt. Diese Systeme bieten den grundsätzlichen Vorteil, daß sie zumindest hinsichtlich der Regelanordnung sowie der zugehörigen Sensorik ohne konstruktive Abänderungen für unterschiedlichste Fahrzeuge geeignet sind. Durch entsprechende Programmierung kann einerseits praktisch jedes Übersetzungsverhältnis zwischen dem Stellhub der Lenkhandhabe und der Lenkwinkeländerung der gelenkten Fahrzeugräder verwirklicht werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Regelanordnung mit zusätzlichen Sensoren zu verbinden, um vorzuziehende Parameter, z. B. Seitenwindeinflüsse, selbsttätig zu berücksichtigen bzw. auszuregeln.

Um das erforderliche Maß an Sicherheit bei Systemfehlern gewährleisten zu können, ist vorgesehen, beim Auftreten eines Fehlers in der Regelanordnung bzw. beim Ausfall von Signalen, die von der Regelanordnung ausgewertet werden sollen, automatisch eine Betriebsweise für anormalen Betrieb bzw. Notfallbetrieb einzuschalten. Bei dieser Betriebsweise ist eine Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern vorgesehen, so daß das Lenksystem prinzipiell nach Art einer herkömmlichen Lenkung arbeitet. Dabei kann gemäß der DE 195 40 956 C1 eine mechanische Zwangskopplung, z. B. mit mechanischer Lenksäule, oder gemäß der DE 195 46 942 C1 eine hydraulische Zwangskopplung, z. B. durch ein hydrostatisches System, vorgesehen sein.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, bei einem Lenksystem der eingangs angegebenen Art hinsichtlich der Betriebssicherheit des System vorteilhafte Maßnahmen aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die (wirksam geschaltete) Zwangskopplung eine vorgegebene Elastizität aufweist und bei wirksamer Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern übertragbare Kräfte und Momente eine Relativverstellung zwischen Lenkwinkel-Sollwertgeber und Lenkwinkel-Istwertgeber verursachen, und daß das Lenksystem im Sonderzustand (wirksame geschaltete Zwangskopplung) bei hinreichender Restfunktion von Regelanordnung und Sensorik als Servolenkung arbeitet, indem die Regelanordnung den Lenkstellantrieb analog zu Betrag und Richtung der aus den Signalen von Lenkwinkel-Sollwertgeber und Lenkwinkel-Istwertgeber erfaßbaren Relativverstellung zur Erzeugung einer Servokraft mit einer die übertragenen Kräfte bzw. Momente vermindern den Richtung steuert.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei eingeschalteter Zwangskopplung die vom Fahrer aufzubringenden Handkräfte an der Lenkhandhabe nach Möglichkeit

zu vermindern und dazu das Lenksystem analog einer herkömmlichen Servolenkung zu betreiben. In diesem Zusammenhang soll die Regelanordnung den Lenkstellantrieb zur Erzeugung einer die Handkräfte vermindern den Servokraft steuern. Hier nutzt die Erfindung die Tatsache aus, daß die im Notfall eingeschaltete Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern aufgrund von elastischen Nachgiebigkeiten der Kopplungselemente bzw. -medien eine entsprechende elastische Nachgiebigkeit aufweisen kann, mit der Folge, daß zwischen dem lenkhandhabenseitigen Ende bzw. Eingang und dem den gelenkten Fahrzeugrädern zugeordneten Ende bzw. Ausgang der Zwangskopplung bei Übertragung von Kräften und Momenten mehr oder weniger große Relativbewegungen auftreten, die zu entsprechenden Relativverstellungen zwischen Lenkwinkelsollwertgeber und Lenkwinkelistwertgeber führen. Bei der Erfindung werden nun im Sonderzustand des Lenksystems die vorgenannten Soll- und Istwertgeber zur Erfassung dieser Relativverstellungen und damit zur Erfassung der übertragenen Kräfte und Momente herangezogen.

Während also Soll- und Istwertgeber im Normalzustand des Lenksystems zur Ermittlung der Soll-Istwert-Abweichung des Lenkwinkels dienen, werden sie im Sonderzustand zur Ermittlung der zwischen Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern übertragenen Kräfte und Momente ausgenutzt. Aufgrund dieser Doppelfunktion von Soll- und Istwertgeber kann ohne zusätzlichen Sensoren beim Sonderbetrieb der Komfort einer herkömmlichen Servolenkung ermöglicht werden.

Es ist lediglich notwendig, die Regelanordnung so auszugestalten, daß sie die unmittelbar beim Einschalten der Zwangskopplung vorliegenden relativen Lagen von Soll- und Istwertgeber erfaßt. Da unmittelbar zum Zeitpunkt des Einschaltens der Zwangskopplung noch keine Kräfte bzw. Momente zwischen gelenkten Fahrzeugrädern und Lenkhandhabe übertragen werden, ist die vorgenannte Relativlage charakteristisch für eine unverspannte Zwangskopplung.

Ein besonderer Vorzug der Erfindung liegt darin, daß die technische Ausbildung der Zwangskopplung beliebig sein kann. Denn für die Ausführbarkeit der Erfindung ist es von untergeordneter Bedeutung, ob eine Zwangskopplung über mechanische Elemente oder hydraulisch erfolgt. Im ersten Falle wird die elastische Verformbarkeit der mechanischen Elemente ausgenutzt. Im zweiten Falle wird die elastische Nachgiebigkeit der Wandungen der Hydraulikleitungen sowie die Kompressibilität des Hydraulikmediums genutzt.

Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der besonders bevorzugte Ausführungsformen beschrieben werden.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine schaltplanartige Darstellung einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine entsprechende Darstellung einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 3 eine entsprechende Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel besitzt ein nicht näher dargestelltes Kraftfahrzeug lenkbare Vorderräder 1, die über Spurstangen 2 sowie eine Stange 3 miteinander lenkverstellbar gekoppelt sind.

Die Stange 3 bildet die Kolbenstange von zwei parallel zueinander angeordneten Kolben-Zylinder-Aggregaten 4 und 5, die jeweils als doppelwirkende Aggregate ausgebildet sind.

Das Kolben-Zylinder-Aggregat 4 ist über zwei Hydraulikleitungen 6 und 7 mit den beiden Kolbenarbeitsräumen eines doppelwirkenden Kolben-Zylinder-Aggregates 8 ge-

koppelt, dessen Kolben mechanisch mit einem Lenkhandrad 9 zwangsgekoppelt sind. Die Kolben des Aggregates 8 verschieben sich nach rechts bzw. links, wenn das Lenkhandrad im Uhrzeigersinn bzw. entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird. Bei Verschiebung der Kolben des Kolben-Zylinder-Aggregates 8 wird das Lenkhandrad entsprechend gedreht.

Im übrigen ist das Lenkhandrad 9 mit einem selbsthemmungsfreien Elektromotor 10 antriebsmäßig verbunden, welcher bei festgehaltener Motorwelle als reiner Krafterzeuger zu arbeiten vermag und dessen Zweck weiter unten erläutert wird.

Zwischen den Hydraulikleitungen 6 und 7 ist ein normal geschlossenes Absperrventil 11 angeordnet, welches sich durch Bestromung seines Stellmagnetes gegen die Kraft einer Rückstellfederung aus der dargestellten Schließlage in seine Offenstellung umschalten läßt und bei Abschaltung des den Stellmagnet beaufschlagenden elektrischen Stromes automatisch von der Rückstellfederung in die dargestellte Schließlage gebracht bzw. in dieser Stellung gehalten wird.

Das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 ist über Hydraulikleitungen 12 und 13 mit zwei Anschlüssen eines Steuerventiles 14 verbunden, welches über zwei weitere Anschlüsse mit einem relativ drucklosen Hydraulikreservoir 15 und einer hydraulischen Druckquelle, im dargestellten Beispiel ein hydraulischer Druckspeicher 16 sowie Pumpen 17 und 18, verbunden ist. Der Druckspeicher 16 kann mittels der Pumpe 17 bzw. einer weiteren Pumpe 18 nachgeladen werden. Beide Pumpen 17 und 18 sind durch Rückschlagventile 19 gegen Rückschlag von der Druck- zu ihrer Saugseite gesichert und saugseitig an das Reservoir 15 angeschlossen. Die Pumpe 17 wird von einem Elektromotor 20 angetrieben. Die Pumpe 18 ist über eine schaltbare Kupplung 21 mit dem Motor 22 des Kraftfahrzeuges verbindbar.

Zwischen den Hydraulikleitungen 12 und 13 ist ein normal offenes Absperrventil 23 angeordnet, welches durch elektrische Bestromung seines Stellmagnetes gegen die Kraft einer Rückstellfederung aus der dargestellten Offenlage in seine Schließlage gebracht bzw. in dieser Schließlage gehalten werden kann.

Eine elektronische Regel- und Steueranordnung 24 ist eingangsseitig mit einem Geber 25 für den Istwert des Lenkwinkels der Vorderräder 1 verbunden. Dieser Geber 25 kann beispielsweise mit der Stange 3 zusammenwirken, die bei Lenkverstellung der Räder 1 einen zum Lenkwinkel analogen Stellhub ausführt.

Außerdem ist die Eingangsseite der Regel- und Steueranordnung 24 mit einem vom Lenkhandrad 9 betätigten Geber 26 für den Sollwert des Lenkwinkels verbunden.

Darüber hinaus ist die Eingangsseite der Regel- und Steueranordnung mit einem Drehmoment-Sensor 27 verbunden, welcher die zwischen Lenkhandrad 9 sowie Elektromotor 10 übertragenen Kräfte bzw. Momente erfaßt.

Schließlich ist an die Eingangsseite der Regel- und Steueranordnung 24 eine Vielzahl von Drucksensoren 28, 29 und 30 angeschlossen, deren Signale die hydraulischen Drücke in den Hydraulikleitungen 6 und 7 bzw. 12 und 13 bzw. den Druck am Druckeingang des Steuerventiles 14 wiedergeben.

Ausgangsseitig ist die Regel- und Steueranordnung 24 mit den Steilmagneten der Absperrventile 11 und 23 sowie des Steuerventiles 14 verbunden. Darüber hinaus werden vom Ausgang der Regel- und Steueranordnung die Elektromotoren 10 und 20 sowie die Kupplung 21 gesteuert.

Das Lenksystem der Fig. 1 funktioniert wie folgt:

Bei normalem Betrieb werden die Umschaltventile 11 und 23 von der Regel- und Steueranordnung 24 durch Bestromung der den vorgenannten Ventilen 11 und 23 zugeordneten Stellmagnete in die nicht dargestellten Lagen gebracht

und in diesen Lagen gehalten. Dementsprechend ist das Kolben-Zylinder-Aggregat 4 vom Kolben-Zylinder-Aggregat 8 sowie vom Lenkhandrad 9 hydraulisch entkoppelt.

Andererseits wird die Druckdifferenz zwischen den beiden Kolbenarbeitsräumen des Kolben-Zylinder-Aggregates 5 durch Betätigung des Steuerventiles 14 gesteuert, und zwar in der nachfolgend dargestellten Weise:

Die Regel- und Steueranordnung 24 erfaßt über den Geber 25 den Istwert des Lenkwinkels der Vorderräder 1. Über den vom Lenkhandrad betätigten Geber 26 erhält die Regel- und Steueranordnung 24 den Sollwert des Lenkwinkels. Entsprechend einem von Regel- und Steueranordnung 24 ausgeführten Soll-Istwert-Vergleich werden dann die Stellmagnete des Steuerventiles 14 gesteuert. Wenn keine Soll-Istwert-Abweichung vorhanden ist, bleibt das Steuerventil 14 in der dargestellten Mittellage, in der das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 hydraulisch auf Freilauf geschaltet und mit dem Reservoir 15 verbunden ist, während der Druckspeicher 16, welcher in Abhängigkeit vom Signal des Drucksensors 30 über die Pumpe 17 bzw. 18, soweit erforderlich, ständig nachgeladen wird, gegenüber dem Kolben-Zylinder-Aggregat 5 abgesperrt ist. Falls eine Soll-Istwert-Abweichung auftritt, wird das Steuerventil 14 aus der dargestellten Mittellage je nach Richtungssinn der Soll-Istwert-Abweichung nach rechts oder links verschoben, so daß jeweils ein Kolbenarbeitsraum des Kolben-Zylinder-Aggregates 5 mit dem Druckanschluß des Steuerventiles 14 und der andere Kolbenarbeitsraum des Aggregates 5 mit dem Reservoir 15 steuerbar verbunden und am Kolben-Zylinder-Aggregat 5 eine steuerbare Druckdifferenz wirksam wird, mit der Folge, daß das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 eine Stellkraft in einer von der Richtung der Soll-Istwert-Abweichung des Lenkwinkels vorgegebenen Richtung erzeugt. Auf diese Weise wird eine Soll-Istwert-Abweichung des Lenkwinkels kurzfristig ausgeregelt, und die Vorderräder 1 folgen der Lenkverstellung des Lenkhandrades 9.

Aus den Signalen der Drucksensoren 29 und/oder aus den elektrischen Spannungen und Stromstärken an den Steilmagneten des Steuerventiles 14 kann die Regel- und Steueranordnung 24 die am Kolben-Zylinder-Aggregat 5 wirksame Druckdifferenz direkt oder indirekt ermitteln, deren Maß mit den zwischen den Lenkrädern 1 und dem Kolben-Zylinder-Aggregat 5 übertragenen Kräften bzw. Momenten korreliert ist. In Korrelation zu diesen Kräften wird von der Regel- und Steueranordnung 24 ein Sollwert für eine am Lenkhandrad 9 fühlbare Handkraft bestimmt und durch entsprechende Ansteuerung des Elektromotors 10 eingestellt, wobei der Drehmoment-Sensor 27 die zwischen Elektromotor 10 und Lenkhandrad 9 wirksamen Kräfte bzw. Momente und damit den Istwert der Handkraft erfaßt. Im Ergebnis wird also der Motor 10 in Abhängigkeit von einem Soll-Istwert-Vergleich für die Handkräfte geregelt. Auf diese Weise erhält der Fahrer am Lenkhandrad 9 eine haptische Rückkopplung der zwischen den Fahrzeuglenkrädern 1 und dem Kolben-Zylinder-Aggregat 5 wirksamen Kräfte.

Die Regel- und Steueranordnung 24 überwacht sich ständig auf korrekte Funktion. Darüber hinaus werden die Signale der mit der Eingangsseite der Regel- und Steueranordnung 24 verbundenen Geber und Sensoren 25 bis 30 ständig auf Plausibilität überprüft. Sollte ein Systemfehler festgestellt werden, wird der Stellmagnet des Absperrventiles 11 stromlos geschaltet mit der Folge, daß das Absperrventil 11 in die in Fig. 1 dargestellte Schließlage umschaltet und die Kolben-Zylinder-Aggregate 4 und 8 und damit die lenkbaren Vorderräder 1 und das Lenkhandrad 9 miteinander hydraulisch zwangsgekoppelt sind.

Soweit eine hinreichende Restfunktion der Regel- und Steueranordnung 24 sowie der damit zusammenwirkenden

Sensorik gegeben ist, arbeitet das erfindungsgemäße Lenksystem bei eingeschalteter Zwangskopplung nach Art einer herkömmlichen Servolenkung. Dies bedeutet, daß die Regel- und Steueranordnung 24 das Steuerventil 14 in Abhängigkeit von den zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 übertragenen Kräften und Momenten steuert, derart, daß das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 eine die am Lenkhandrad 9 aufzubringende Handkraft vermindemde Servokraft erzeugt.

Zur Erfassung der zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 übertragenen Kräfte und Momente wird im Beispiel der Fig. 1 die Elastizität der hydraulischen Kopplung zwischen den Kolben-Zylinder-Aggregaten 4 und 8 ausgenutzt. Aufgrund der Kompressibilität des hydraulischen Mediums sowie der elastischen Nachgiebigkeit der Wandungen der Hydraulikleitungen 6 und 7 sowie der Zylinder der Kolben-Zylinder-Aggregate 4 und 8 tritt zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 eine mehr oder weniger große elastische Nachgiebigkeit auf, mit der Folge, daß zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 Relativbewegungen auftreten können, die von dem Übersetzungsverhältnis der Antriebsverbindung zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 abweicht.

Diese Relativbewegungen können aus den Signalen der Soll- und Istwertgeber 25 und 26 ermittelt werden, wenn die Regel- und Steueranordnung 24 die relativen Lagen der beiden Sensoren 25 und 26 beim Einschalten der hydraulischen Zwangskopplung zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 "kennt"; zum Zeitpunkt des Einschaltens der Zwangskopplung liegt ein praktisch kräftefreier Zustand der Zwangskopplung vor. Aufgrund des konstruktiv vorgegebenen Übersetzungsverhältnisses zwischen Drehbewegungen des Lenkhandrads 9 und Lenkbewegungen der Räder 1 kann dann die Regel- und Steueranordnung für jede aus den Signalen des Sensors 26 erfaßte Drehstellung des Lenkhandrads 9 eine zu erwartende Lenkstellung der gelenkten Fahrzeugräder 1 bzw. ein dementsprechend zu erwartendes Signal des Sensors 25 ermitteln. Wenn dann das tatsächlich Signal des Sensors 25 in der einen oder anderen Richtung von dem zu erwartenden Signal abweicht, ist dies gleichbedeutend damit, daß zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 eine entsprechende Kraft bzw. ein entsprechendes Moment in der einen oder anderen Richtung übertragen wird. Somit kann dann die Regel- und Steueranordnung 24 durch entsprechende Verstellung des Steuerventiles 14 das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 hydraulisch derart ansteuern, daß dieses Aggregat 5 eine das jeweilige Lenkmanöver des Fahrers unterstützende Servokraft erzeugt.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der Anordnung nach Fig. 1 im wesentlichen dadurch, daß das Kolben-Zylinder-Aggregat 8 durch eine hydrostatische, reversierbare Pumpe 31 ersetzt ist, mit der Hydraulikmedium zwischen den Hydraulikleitungen 6 und 7 ausgetauscht werden kann. Diese Pumpe 31 ist einerseits mit dem Elektromotor 10 und andererseits mit dem Lenkhandrad 9 antriebsmäßig zwangsgekoppelt.

Außerdem kann eine weitere reversierbare und vorzugsweise ebenfalls hydrostatische Pumpe 32 die Hydraulikleitungen 12 und 13 verbinden. Zum Antrieb dieser Pumpe dient ein Elektromotor 33, welcher von der Regel- und Steueranordnung 24 betätigt wird.

Die Funktionsweise der Ausführungsform der Fig. 2 stimmt mit der Funktionsweise der Ausführungsform nach Fig. 1 weitestgehend überein.

Wenn das Umschaltventil 11 seine Schließlage einnimmt, sind die hydrostatische Pumpe 31 und das Kolben-Zylinder-

Aggregat 4 und damit die lenkbaren Fahrzeugräder 1 und das Lenkhandrad 9 miteinander zwangsgekoppelt.

Diese Zwangskopplung wird dann vorgenommen, wenn die Regel- und Steueranordnung 24 eine Fehlfunktion im Lenksystem feststellen sollte. Soweit in einem solchen Falle eine Fehlfunktion an Teilen des hydraulischen Systems des Kolben-Zylinder-Aggregates 5 vorliegt oder als möglich erscheint, wird automatisch die Stromversorgung des Magnetes des Umschaltventiles 23 abgeschaltet, so daß das Umschaltventil 23 in die in Fig. 2 dargestellte Offenlage umschaltet und das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 unter allen Umständen hydraulisch auf Freilauf geschaltet ist.

Bei Normalbetrieb, d. h. wenn die Regel- und Steueranordnung 24 keinerlei Fehlfunktion erkennt, werden die Umschaltventile 11 und 23 von der Regel- und Steueranordnung 23 jeweils in ihren in Fig. 2 nicht gezeigten Stellungen gehalten. Der Elektromotor 33 wird dann von der Regel- und Steueranordnung in Abhängigkeit von einem Soll-Istwert-Vergleich des Lenkwinkels, d. h. in Abhängigkeit von der Differenz zwischen den Signalen der Geber 25 und 26, in der einen oder anderen Richtung mit mehr oder weniger großer Stellkraft betrieben, so daß das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 eine entsprechende Stellkraft auf die gelenkten Räder 1 überträgt.

Auch bei der Ausführungsform der Fig. 2 kann die Regel- und Steueranordnung 24 wiederum aus den Signalen der Sensoren 25 und 26 bei eingeschalteter Zwangskopplung von Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 übertragenen Kräfte und Momente ermitteln und in Abhängigkeit davon den Elektromotor 33 derart ansteuern, daß er eine zu den vorgenannten Kräften und Momenten analoge Stellkraft erzeugt, die dann hydraulisch über die vom Elektromotor 33 angetriebene Pumpe 32 und die Hydraulikleitungen 12 und 13 auf das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 übertragen und damit als Servokraft lenk wirksam wird.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von den vorangehend beschriebenen Ausführungsformen zunächst dadurch, daß für den Notfall ein mechanischer Durchtrieb zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 vorgesehen ist.

Im dargestellten Beispiel ist dazu die Stange 3 als Zahnstange angeordnet, welche mit einem Ritzel 40 kämmt, das seinerseits über eine durch Federung in Schließrichtung betätigte Kupplung 41 und eine anschließende Welle 42 mit dem Lenkhandrad 9 mechanisch verbunden ist. Die Kupplung 41 kann durch einen Stellmotor 43 gegen die Kraft ihrer Schließfederung geöffnet werden, um den mechanischen Durchtrieb zwischen gelenkten Fahrzeugrädern 1 und Lenkhandrad 9 aufzutrennen. Die Welle 42 ist des weiteren mit dem selbsthemmungsfreien Elektromotor 10 antriebsmäßig (selbsthemmungsfrei) verbunden. Zwischen dem Lenkhandrad 9 und der Welle 42 sowie dem Elektromotor 10 und der Welle 42 sind jeweils Drehmomentsensoren 44 und 45 angeordnet.

Das Ritzel 40 ist mit dem als Winkelsensor ausgebildeten Geber 25 zur Ermittlung des Lenkwinkel-Istwertes verbunden. Die Welle 42 ist am Lenkhandrad 9 mit dem ebenfalls als Winkelsensor ausgebildeten Geber 26 verbunden, der beim Normalbetrieb als Lenkwinkel-Sollwertgeber dient.

Im übrigen bildet die Stange 3 wiederum die Kolbenstange des Kolben-Zylinder-Aggregates 5, welches wiederum gemäß der Anordnung nach Fig. 1 oder 2 betätigt werden kann.

Bei Normalbetrieb wird der Stellmotor 43 der Kupplung 41 von der Regel- und Steueranordnung 24 ständig erregt, derart, daß er die Kupplung 41 gegen die Kraft ihrer Schließfederung offenhält. Darüber hinaus betätigt die Re-

gel- und Steueranordnung 24 das Kolben-Zylinder-Aggregat 5 bzw. die dieses Aggregat 5 steuernden Elemente derart, daß durch die vom Aggregat 5 erzeugten Stellkräfte eine eventuelle Differenz zwischen dem vom Geber 26 gelieferten Lenkwinkel-Sollwert und dem vom Geber 25 gelieferten Lenkwinkel-Istwert ausgeregelt wird. Hierzu wird auf die Ausführungen zu den Fig. 1 und 2 verwiesen.

Bei eventuellen Systemstörungen wird der Stellmotor 43 von der Regel- und Steueranordnung 24 abgeschaltet, so daß die Kupplung 41 schließt und Lenkhandrad 9 und gelenkte Fahrzeugräder 1 miteinander zwangsgekoppelt sind.

Auch im Beispiel der Fig. 3 tritt zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 bei eingeschalteter Zwangskopplung eine mehr oder weniger große elastische Nachgiebigkeit auf, die insbesondere auf der Torsionselastizität der Wellenteilen zwischen Ritzel 40 und Lenkhandrad 9 beruht. Damit kann die Steuer- und Regelanordnung 24 wiederum aus den Signalen der Sensoren 25 und 26 die zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 übertragenen Kräfte und Momente ermitteln und in Abhängigkeit davon die Stellkraft des Lenkstellantriebes, im Falle der Fig. 3 ein Kolben-Zylinder-Aggregat 5, steuern.

Abweichend von den zeichnerisch dargestellten Ausführungsformen können die Drehmoment-Sensoren 27 und 44 auch lenkhandradseitig des Aggregates 8 bzw. der Pumpe 31 bzw. der Antriebsverbindung zwischen Motor 10 und Welle 42 angeordnet sein.

Sollte beim Einschalten des Nofallbetriebes, d. h. beim Wirksamwerden der Zwangskopplung zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 der Elektromotor 10 noch ein Drehmoment erzeugen, kann dessen Einfluß auf die Signaldifferenz zwischen den Signalen der Winkelsensoren 25 und 26 rechnerisch kompensiert werden, so daß im Ergebnis allein die durch Handkräfte bewirkte Signaldifferenz zwischen den Sensoren 25 und 26 zur Steuerung einer mit dem Aggregat 5 und/oder mit dem Elektromotor 10 erzeugten Servokraft herangezogen wird. Für diese rechnerische Kompensation können z. B. gespeicherte Erfahrungswerte für die Abhängigkeit der vorgenannten Signaldifferenz von den zwischen Lenkhandrad 9 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 wirksamen Kräften und Momenten berücksichtigt werden.

#### Patentansprüche

1. Lenksystem für nicht spurgebundene Kraftfahrzeuge, mit
  - einer vom Fahrer betätigten Lenkhandhabe, z. B. Lenkhandrad,
  - einem Lenkstellantrieb zur Lenkverstellung lenkbarer Fahrzeugräder,
  - einem mit der Lenkhandhabe betätigbaren Lenkwinkel-Sollwertgeber,
  - einem mit den lenkbaren Fahrzeugrädern betätigbaren Lenkwinkel-Istwertgeber,
  - einer den Lenkstellantrieb in Abhängigkeit von einem Vergleich der Soll- und Istwerte des Lenkwinkels steuernden und sich sowie mit ihr zusammenwirkende Sensorik ständig auf Fehlfunktion überprüfenden Regelanordnung und
  - einer zwischen der Lenkhandhabe und den lenkbaren Fahrzeugrädern angeordneten mechanischen oder hydraulischen Zwangskopplung, welche bei korrekt arbeitender Regelanordnung geöffnet wird bzw. offen bleibt (unwirksamer Normalzustand) und bei fehlerhafter Regelanordnung automatisch geschlossen wird (wirksamer Sonderzustand),

dadurch gekennzeichnet, daß die (wirksam geschaltete) Zwangskopplung eine vorgegebene Elastizität aufweist und bei wirksamer Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe (9) und gelenkten Fahrzeugrädern (1) übertragbare Kräfte und Momente eine Relativverstellung zwischen Soll- und Istwertgeber (25, 26) verursachen, und daß das Lenksystem im Sonderzustand bei hinreichender Restfunktion von Regelanordnung (24) und Sensorik (25, 26) als Servolenkung arbeitet, indem die Regelanordnung (24) den Lenkstellantrieb (5, 33) analog zu Betrag und Richtung der aus den Signalen von Soll- und Istwertgeber (25, 26) erfaßbaren Relativverstellung zur Erzeugung einer Servokraft mit einer die übertragenen Kräfte bzw. Momente vermindern den Richtung steuert.

2. Lenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelanordnung (24) die relativen Stellungen bzw. Signale von Soll- und Istwertgeber (25, 26) unmittelbar beim Einschalten der Zwangskopplung registriert und nachfolgend zu jedem Signal des Sollwertgebers (26) unter Berücksichtigung der konstruktiv vorgegebenen Übersetzung zwischen den Stellhuben von Lenkhandhabe (9) und gelenkten Fahrzeugrädern (1) ein zu erwartendes Signal des Istwertgebers (25) ermittelt und den Lenkstellantrieb (5) in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen dem tatsächlichen und dem erwarteten Signal des Istwertgebers (25) steuert, solange die Zwangskopplung eingeschaltet bleibt.

3. Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Lenkhandhabe (9) und gelenkten Fahrzeugrädern (1) eine hydraulische Zwangskopplung (Fig. 1 und 2) vorgesehen ist.

4. Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Lenkhandhabe (9) und gelenkten Fahrzeugrädern (1) eine mechanische Zwangskopplung (Fig. 3) vorgesehen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

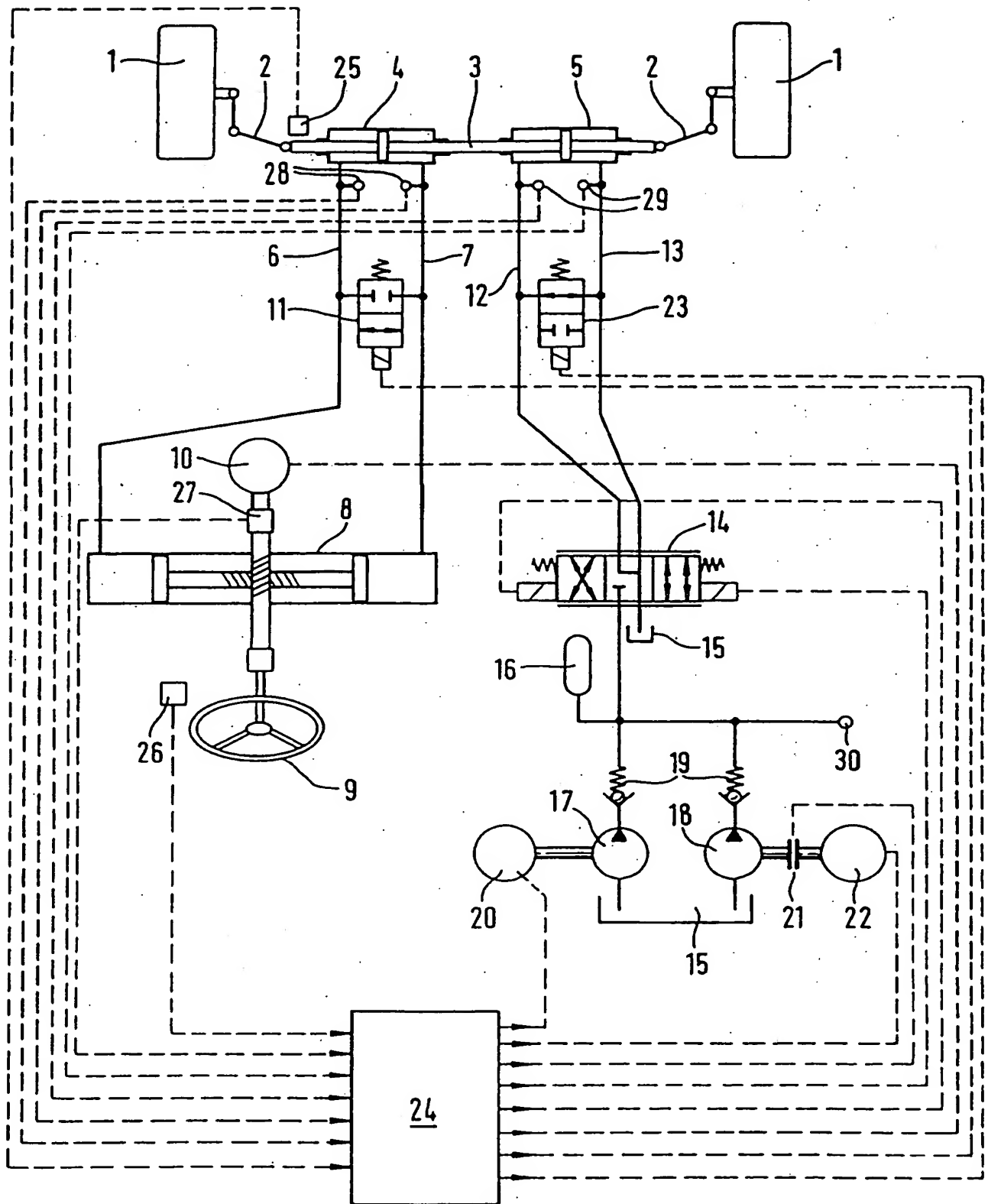


Fig. 1



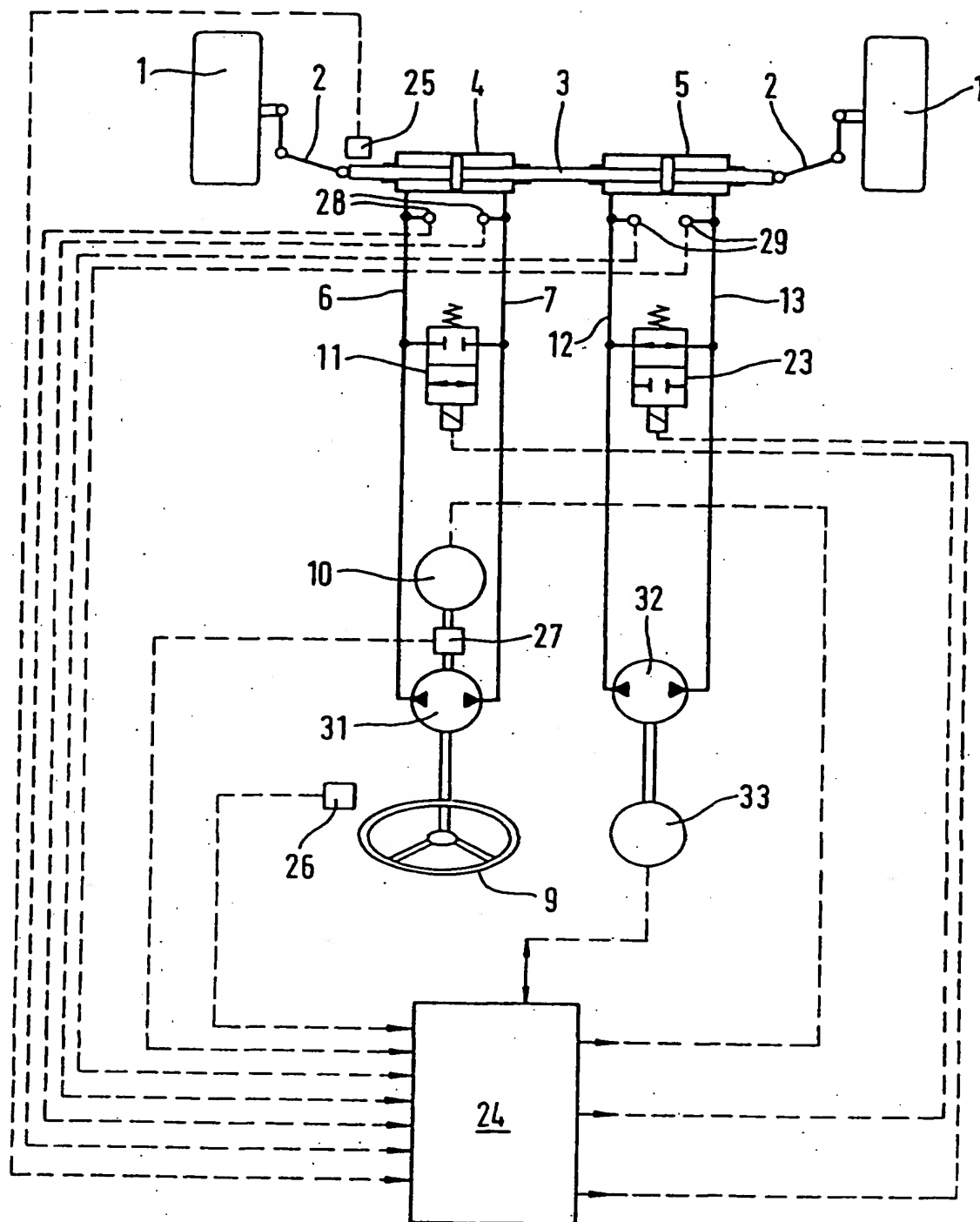


Fig. 2



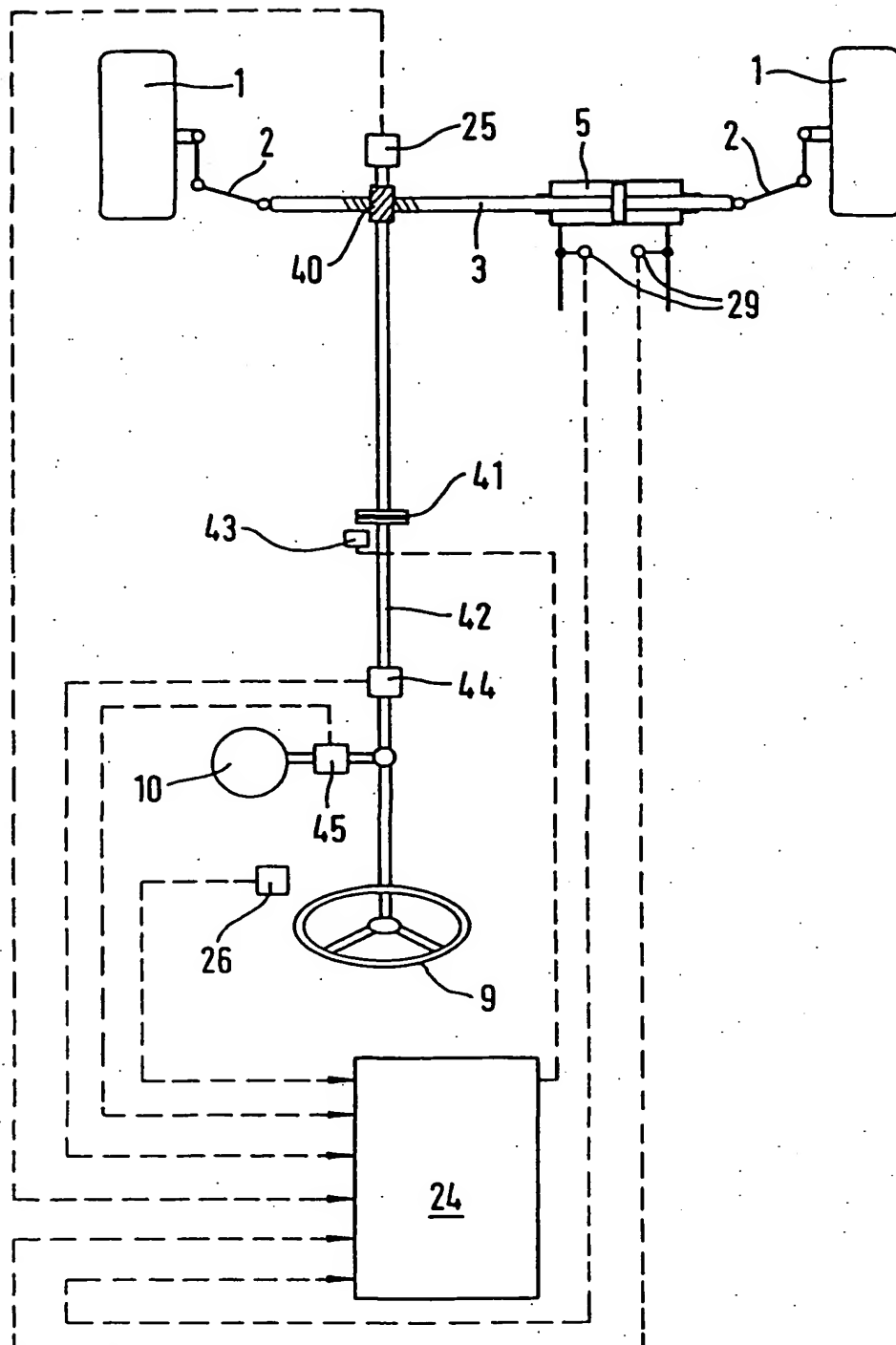


Fig. 3